中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 47(1)：54～62 (1998)

雌雄異花同株菠菜品系之選育[1]

王三太[2]　蕭吉雄[2]　曹幸之[3]　曾明懋[2]

摘要：菠菜花性分為雌株、純雄株、營養雄株及雌雄異花同株四種，一般未經選拔品種雌雄株比約1：1及少量雌雄異花同株。雌雄異花同株品系具有較雄株晚抽苔，產量高，有利於單株選拔留種並可以快速提高優良品種的雌性率等優點。在農業試驗所田區以拔除雄株、早抽苔株，選留菠菜雌雄異花同株及較優之晚抽苔雌株方式進行隔離留種，供試8個品種（系）在未選拔前的雌雄異花同株、雌株、雄株比率平均分別為14.0%、42.5%、43.5%，經兩代選拔，雌雄異花同株、雌株、雄株比率分別為70.3%、15.7%、13.9%，各品種（系）平均抽苔期為播種後10.6週，經兩代選拔後則延到11.8%週抽苔，抽苔期平均變異係數由6.8降為5.5%，開花期更為集中。

關鍵詞：菠菜、抽苔、雌雄異花同株。

前　言

菠菜（*Spinacia oleracea* L.）原產於中亞細亞的波斯（現今伊朗一帶）[11]，為藜科蔬菜作物，屬長日照蔬菜。在臺灣批發市場每年菠菜交易量約一萬六千噸[4]，在小葉菜類中高於芥菜，而低於小白菜、空心菜、萵苣及芹菜，但菠菜僅於秋冬季生產，短期間即有如此大之消費量，係本省重要之季節性葉菜類。據黃氏[3]調查臺灣地區主婦對葉菜類消費的研究，一般主婦最常購買的葉菜為菠菜、蕹菜與甘藍，其次才是小白菜、青梗白菜與芥藍；從營養的觀點看，菠菜含豐富維他命 C、維他命 A、鐵、蛋白質[2]，實為一種營養豐富的葉菜，所以日本曾大力推廣[8]。菠菜具虫害少，生育快的特性，所以農民樂於栽培，無論從消費者、營養、生產者等角度看，菠菜都是極重要的葉菜類。

菠菜產期依「農產品批發市場年報」統計[4]，自1985年到1995年總共十一年間的月分平均產量高峰均集中於每年十一月至隔年的四月，其中以一月占全年的16%，二月16%，三月17%最高，其餘月分較少，主要是因高溫、早抽苔與病害造成無法在平地栽培。依西螺與永靖農民表示，中部地區平均最早播種期為「白露」（國曆9月3日），最晚播至清明（4月5日），在此一時段早期（白露）或後期（清明）皆無法種植本地品種，因本地品種提早或延後播種，易受長日照影響而小株抽苔，導致產量降低，所以皆是種植由日本進口的一代雜交種，取其較晚抽苔。但本地品種具有植株直立、容易採收、生育快速、單位面積種植株數多、產量高及較無澀味等優點，深受西螺地區農民及販商與消費者肯定。而改善菠菜早抽苔的情形，在育種上可以從兩個方向來進行，其一可與晚抽苔品系雜交，從後代分離選拔晚抽苔植株；但因與較具澀味或株形開張的日本菠菜雜交後，容易喪失原有優良特性，需重新選拔園藝性狀，而增加選拔世代；其二則可從改變花性比例著手。Rosa將菠菜花性分為雌株、純雄株、營養雄株及雌雄異花同株[11]，其形態如圖1所示，筆者在1993－1994年之試驗中[1]，即觀察到

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1929 號。
2. 本所園藝系助理、研究員兼系主任、約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝系副教授。臺北市。

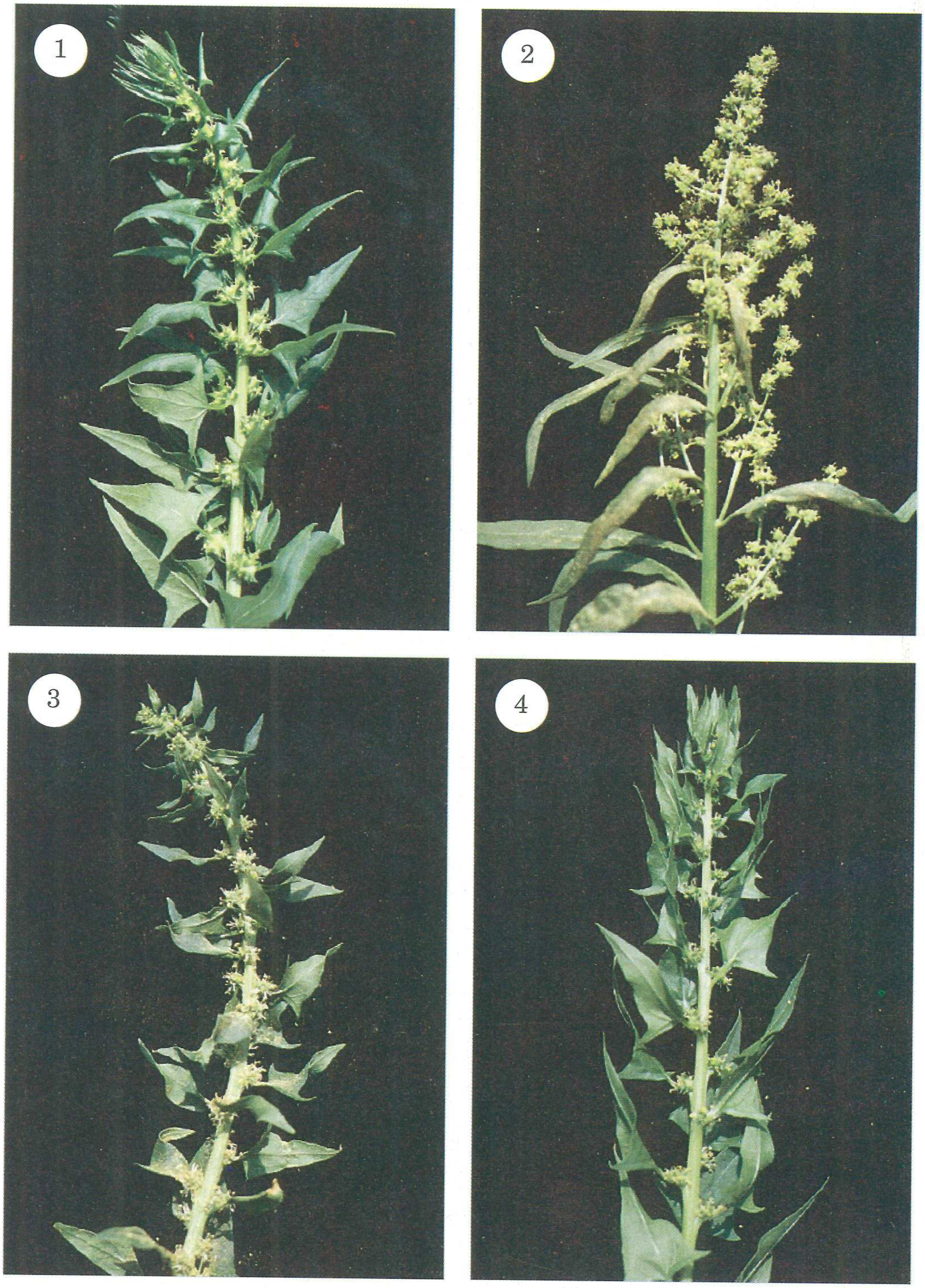

圖 1. 菠菜的四種花性(1)雌株(2)純雄株(3)營養雄株(4)雌雄異花同株

Fig. 1. Four flower types of spinaches: (1) female (2) extreme male (3) vegetative male and (4) monoecious plant

菠菜同一品種內純雄株最早抽苔，而雌株、雌雄異花同株、營養雄株三者抽苔之早晚無太大差異，因此本試驗採行拔除雄株及其他花性之早抽苔株，僅選留雌雄異花同株與生育較優之晚抽苔雌株的方式，達到延後抽苔的目的，本文係探討八個菠菜品種（系）經二世代之選拔，對其花性及抽苔之影響。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所用的菠菜品種（系）SA28、SA29、SA31、SA35、SA36、SA38、SA39及 SA3爲農林廳種苗改良繁殖場及本所收集。品種編號、名稱與來源如表1所示。

表 1. 供試之菠菜品種（系）編號、名稱及來源
Table 1. Accession number, name and source of spinach cultivars used in the experiments.

ACC.	Name	Source
SA3	永靖特選角粒	臺灣農產種苗公司
SA28	大華巨豐	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA29	角刺	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA31	E	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA35	12	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA36	17	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA38	I06	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場
SA39	22	臺灣省農林廳種苗改良繁殖場

二、試驗方法

本試驗於1994及1995兩年進行。於1994年1月4日播種 SA3、SA28、SA29、SA31、SA35、SA36、SA38、SA39等八個品種（系），播種於農業試驗所試驗田，小區面積5m×1.2m，播種後噴施萌前殺草劑丁基拉草1000倍。抽苔時每週調查每品種（系）個別花性株數並拔除雄株及早抽苔株，選拔雌雄異花同株及較優之晚抽苔雌株，再以不織布覆蓋隔離留種，惟 SA39品系因無雌雄異花同株則放任開放授粉。第二次，於1995年1月10日播種，調查方式、隔離方式、播種面積如同1994年，每一品系以不織布隔離單株採種。由單株留種的株系選68株系，每一株系100種種子於1995年11月10日播種，試驗田畦寬130cm，畦面覆以銀黑色塑膠布，定距離打洞，一列三個洞，洞距12cm，洞直徑8cm，一個株系17列共51穴，每穴播種1至2粒種子，抽苔時調查與選留方式同前，八個品種（系）的平均花性百分率，以每品種（系）各株系的花性比率平均之，共調查1235株。

結果與討論

一、提高雌雄異花同株之比例

拔除雄株及早抽苔株，選留雌雄異花同株及較優之晚抽苔雌株的選拔方式進行兩年，在八個菠菜品種（系）花性改變的情形如圖2所示，雌雄異花同株比率由1994年的14.0%，提高至1995年的49.7

%，於1996年再增加爲70.3%，經選拔之後代族群的雌雄異花同株比率增加非常明顯；雄株比率則由1994年的42.5%，至1995年降低爲15.3%，在1996年爲13.9%；雌株比率則由1994年的43.5%降爲1995年之33.1%及1996年降爲15.7%。雌雄異花同株比率明顯提高，對於日後進行單株選拔的可能性提高。早在1932年，平田與山本氏[5]報告雌性中間性株（intersex）之自交後裔有雌性中間性株、雌株與只有雌性中間性株兩種類型，Janick[10]從‘Nobel’品種的雌雄異花同株選拔三代，一個雌雄異花同株自交後代出現有雌雄異花同株與雌株的分離型態，另一雌雄異花同株後裔則只出現雌雄異花同株，其與雌株雜交，後裔皆爲雌雄異花同株，而在 F_2 世代，雌雄異花同株與雌株的株數則符合3：1分離比，特稱此雌雄異花同株爲雌雄異花同株純系（true breeding monoecious），並表示雌雄異花同株特性對雌株爲顯性。Janick[10]與平田、山本氏[5]觀察雌株與雌雄異花同株雜交後裔，皆未提到雄株，但 Bemis 與 Wilson[7]調查在中間性株自交後裔除了有雌株與雌雄異花同株外，還有雄株，並提出任何理論解釋其機制皆必需考慮及此，而須藤與杉山[6]則認爲中間性株有三種類型，一種與 Janick 的報告相同，即雌株與雌雄異花同株雜交，其後代全部是雌雄異花同株，但此種雌雄異花同株僅有1—30%之雄花，而另一種類型則自交即會產生雄株與雌株比爲3：1情形，另有一種性型原爲雄株，因環境因素而偏雌性化（XY-F），其與雌雄異花同株雜交的後代也有可能有較高比例的雄株出現。由於試驗中，選留雌雄異花同株與雌株，可能有雌雄異花同株間雜交情形，致造成後裔有雄株的出現；另外當調查花性時必須掀開不織布，亦可能造成小部分花粉污染；而調查期間溫度的提高亦可能造成雄株的出現，須藤與杉山[6]及 Janick[9]皆發現高溫有提高雄性傾向。

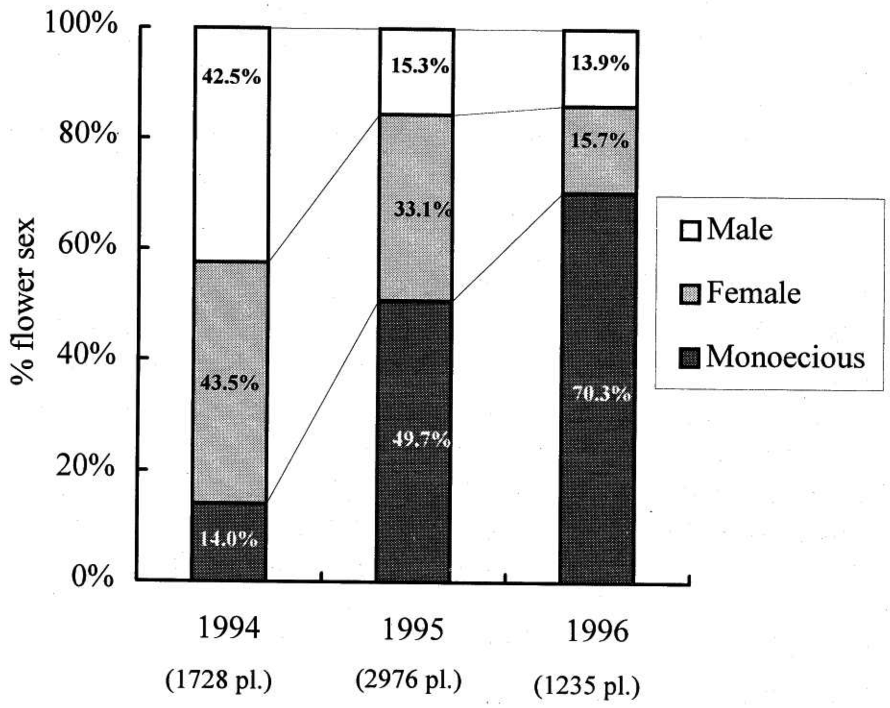

圖 2. 菠菜經過兩個世代選拔的花性比例（1994—1996年）
Fig. 2. Changes of flower sex ratio in spinach after two selection cycles in 1994 through 1996.

二、不同品種（系）花性改變情形

菠菜八個品種（系）經二代選拔，雌雄異花同株比率改變情形示如表2，整體而言，雌雄異花同株之百分比明顯提高，其中 SA28、SA29、SA35、SA36、SA38及 SA39六個品系雌雄異花同株比率均超過50%，而 SA3、SA31雌雄異花同株比率也分別達46.0%、43.4%；所有品種（系）中以SA38、SA29二個品系增加最明顯，分別由1994年的23.6%、17.7%的雌雄異花同株比率，經二代選拔，提高爲92.3%、90.0%；雄株比率則以1994年選拔一次後之減少效果最明顯，其中以 SA29、SA39分別由原來的44.8%、42.6%減少爲7.9%、4.1%，所有品種（系）雄株減少比率值皆超過10%，而第二次選拔後，雄株減少的比率值除 SA3、SA36外皆未超過10%，甚至有 SA31、SA35、SA39的雄株比率分別由18.0%、8.9%、4.1%提高爲32.7%、10.7%、9.6%，造成 SA28、SA29、SA35、SA38、SA39等五個品系之雄株減少不明顯或反而增加，可能原因爲雄株因環境造成偏雌性化（XY-F）[6]，故表現出雌雄異花同株型態，造成後裔仍有少數雄株；雌株經兩代選拔比率明顯減少，SA28、SA29、SA38、SA39等四個品系雌株減少比率超過30%，主要原因可能是選拔較多的雌雄異花同株且雌雄異花同株之比例對雌株爲顯性所致。

一般固定品種雌株與雄株之比例約爲1：1及含有少量的雌雄異花同株，如表2所示，SA3永靖特選角粒在1994年時雌株、雄株、雌雄異花同株分占49.6%、45.3%、5.1%，此與 Bemis 與 Wilson[7] 認爲雌株、雄株之比約1：1及少量雌雄異花同株的情形相吻合，而由種苗改良繁殖場提供的 SA28、SA29、SA31、SA35、SA38等品系，可能曾經過選拔，致雌雄異花同株比例均明顯較固定品種 SA3高，種苗場另外提供的 SA36、SA39可能較未針對花性選拔，所以雌雄異花同株比率分別只有3.9%、0%，此與收集的固定種 SA3相若。所以透過人爲選拔，可以明顯改變花性比例。

選留單株花性爲雌株或雌雄異花同株，影響後裔的花性表現，在1994年選留 SA31的雌株爲母本，在1995年種植之後裔中，其雌株比率爲48.6%（表2），此符合雌株（××）與異質雌雄異花同株（$\times^m\times$）雜交後裔約有50%雌株[9]，而 SA3在選拔兩代後不同株系的花性比例如表3所示，各株系雌雄異花同株比率平均爲46.0%，雌雄異花同株比率超過50%的有SA3-33M-2M、SA3-33M-3M、SA3-33M-5M、SA3-33M-8F、SA3-33M-10M 等五個品系，低於20%的有 SA3-33M-4F、SA3-33M-9M 等兩個品系，而雌雄異花同株比率介於20%與50%間有 SA3-33M-1M、SA3-33M-11M、SA3-33M-13F 等三個品系。這10個 SA3品種（系）的選系中，SA3-33M-1M、SA3-33M-2M、SA3-33M-3M、SA3-33M-5M、SA3-33M-9M、SA3-33M-10M 及 SA3-33M-11M七個株系親本原均爲雌雄異花同株，其中 SA3-33M-9M 的後裔有高達58.8%的雄株，而雌雄異花同株只有2.9%，除了可能受花粉污染外，也有可能雄株因環境造成偏雌性花（XY-F）[6]現象，因而表現出雌雄異花同株型態，所以其雜交後裔雄株比率偏高；而 SA3-33M-2M、SA3-33M-3M、SA3-33M-5M、SA3-33M-10M 與 SA3-33M-11M 五個株系皆有較高雌雄異花同株比例，其中以 SA3-33M-3M 的雌雄異花同株比率82.8%最高，其雌雄異花同株之遺傳組成可能爲同質（$\times^m\times^m$）或異質（$\times^m\times$），而其中有少數雄株，除了可能受花粉污染外，亦有可能部分花粉來自 SA3-33M-9M；而 SA3-33M-1M 雌株比率較高，與 SA3-33M-4F 及 SA3-33M-13F 的雌株比率相當，可能其遺傳組成是雌株，因環境而造成偏雄性花（XX-M）；SA3-33M-4F、SA3-33M-8F 及 SA3-33M-13F 三個株系親本原爲雌株，其中 SA3-33M-4F 及 SA3-33M-13F 雌株比率較高，可能花粉來自異質（$\times^m\times$）雌雄異花同株，或雌株因環境因素而外表型偏雄的雌雄異花同株（XX-M），所以有較高雌株比例，而 SA3-33M-8F 有較低雌株比例與較高雌雄異花同株比例，可能其花粉親較多來自同質（$\times^m\times^m$）雌雄異花同株。

表 2. 菠菜品種（系）經二世代選拔對花性的影響

Table 2. Effect of two generations of selection on flower sex of 8 spinach cultivars (lines)

Cultivar	Year	Male (%)	Female(%)	Monoecious(%)	Total Plants
SA3	1994	49.6	45.3	5.1	532
	1995	32.4	26.3	41.2	262
	1996	22.1	31.1	46.0	351
SA28	1994	41.7	38.9	19.4	36
	1995	13.1	52.2	27.6	602
	1996	8.2	6.1	85.7	49
SA29	1994	44.8	37.4	17.7	203
	1995	7.9	12.7	79.4	432
	1996	6.7	3.3	90.0	103
SA31	1994	48.4	36.9	14.8	122
	1995	18.0	48.6	30.6	356
	1996	32.7	23.9	43.4	200
SA35	1994	32.9	39.6	27.5	280
	1995	8.9	22.8	66.3	416
	1996	10.7	14.9	74.5	164
SA36	1994	44.7	51.3	3.9	76
	1995	31.6	61.7	6.7	342
	1996	18.3	27.9	53.9	94
SA38	1994	35.3	41.1	23.6	411
	1995	6.2	14.9	75.6	275
	1996	3.1	4.7	92.3	165
SA39	1994	42.6	57.4	0	68
	1995	4.1	25.4	70.4	291
	1996	9.6	14.0	76.5	109

表 3. 菠菜 SA3 品系經兩世代選拔其後裔十個株系的花性比

Table 3. Effect of two generations of selection on flower sex of 10 lines of spinach cv. 'SA3'

Line	Male (%)	Female(%)	Monoecious(%)	Total Plant
SA3-33m-1m	21.9	50.0	28.1	32
SA3-33m-2m	25.9	11.1	63.0	27
SA3-33m-3m	10.3	6.9	82.8	29
SA3-33m-4F	20.9	67.4	11.6	43
SA3-33m-5m	7.7	26.9	65.4	26
SA3-33m-8F	9.7	19.4	71.0	31
SA3-33m-9m	58.8	35.3	2.9	34
SA3-33m-10m	10.8	18.9	70.3	37
SA3-33m-11m	28.6	31.4	40.0	35
SA3-33m-13F	26.3	43.9	24.6	57
Total plant				351
Average	22.1	31.1	46.0	35

三、選拔對菠菜抽苔期的影響

選拔對菠菜抽苔的影響主要爲抽苔的早晚與抽苔的集中度，本試驗八個品種（系）在1994年與1996年個別平均抽苔時間示如圖3，八個品種（系）的平均抽苔時間由1994年播種後的10.6週，經選育兩代，延長爲11.8週，平均抽苔時間除 SA28外均有延後，其中又以固定品種 SA3選拔效果最明顯，平均抽苔時間由9.5週，延爲12.3週，造成此種差異的原因，可能爲 SA3永靖特選角粒爲種苗商在國外留種，族群較大，選拔較少，遺傳變異性較大，選拔的效果明顯，而由種苗改良繁殖場引入之SA28、SA31、SA35及 SA38四個品種（系）的平均抽苔時間之標準偏差則差異不顯著，可能遺傳背景較窄所致，可由此四個品種（系）在1994年度剛開始選拔時，雌雄異花同株比例即較固定品種SA3高，判斷可能已選拔多代，而選拔高雌性率或固定花性時，選拔株數少甚至於自交多代，皆有可能導致遺傳背景狹窄化，使選拔效果有限；種苗改良繁殖場提供之 SA29、SA36及 SA39三個品種（系），經二代選拔，平均抽苔時間有顯著差異，但不若 SA3差異明顯，其中 SA36及 SA39在1994年雌雄異花同株比例即與 SA3相若，可能是較少選拔或開放授粉族群；SA29在1994年一週內即抽苔完畢，所以標準偏差與變異係數皆爲0，可能爲較高比率雌雄異花同株，但選留株數較多，造成選拔仍有效果，所以選留雌雄異花同株與較優之晚抽苔雌株的方式對於遺傳變異性大的開放授粉族群仍有延後抽苔的效果，但高度選拔或留種數少的族群繼續選拔時則效果有限，如要延後其抽苔期，可能需與晚抽苔品系再進行雜交。選拔兩代對抽苔集中度的影響如圖4所示，抽苔期平均變異係數由1994年的6.8%，經二代選拔，降爲4.5%，個別品種除 SA29與 SA38外，抽苔期變異係數皆明顯降低，尤其以 SA35、SA3品系降低最多，分別由9.73%、9.71%降爲4.99%、5.46%，而增加抽苔期的集中度，可以減少菠菜的早期抽苔，進而減少農民初期因抽苔而造成的損失。

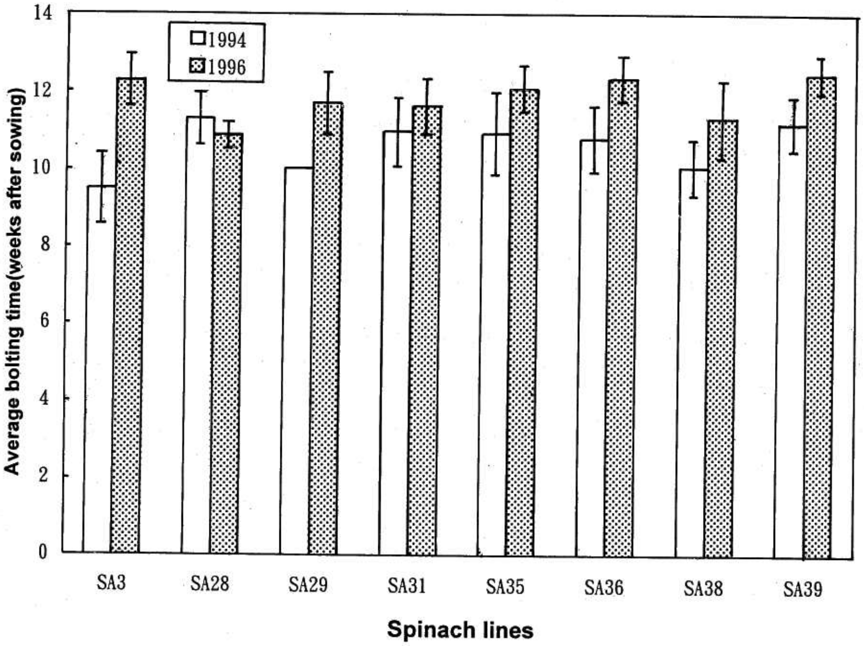

圖 3. 菠菜8個品種(系)經兩代選拔後在1994年與1996年的平均抽苔時間(播種後週數)變化情形。
Fig. 3. Changes in average bolting time of 8 spinach cultivars (lines) in 1994 and in 1996 after two generations of selection

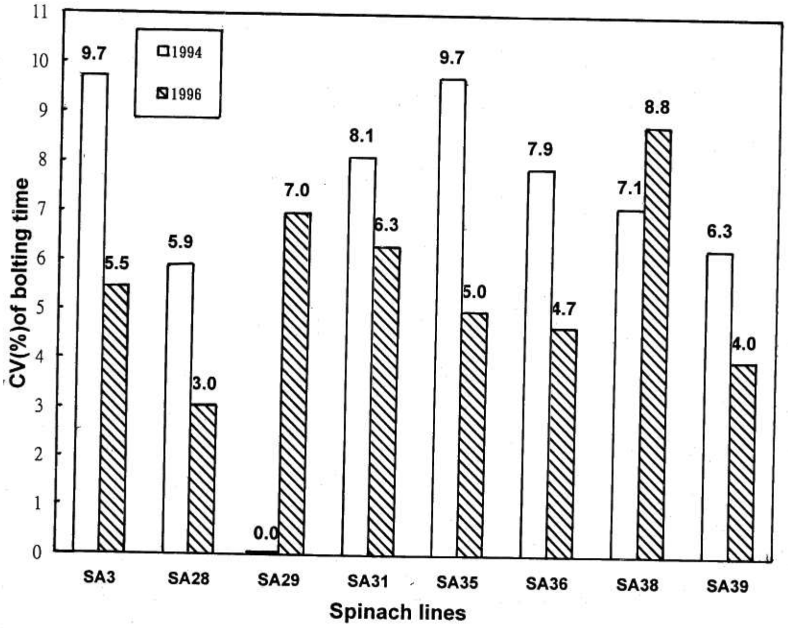

圖 4. 菠菜8個品種(系)經兩代選拔後在1994年與1996年抽苔期之變異係數變化情形

Fig. 4. Changes in coefficient of variation for bolting time of 8 spinach lines in 1994 and in 1996 after two generation of selection.

誌　謝

本研究承農委會83科技—2.2糧—07、84科技—2.2.—糧—58(7)及85科技—14—糧—40(6)計畫經費補助，種苗改良繁殖場前研究員兼課長黃泮宮先生提供種子，蔡嘉昌先生田間管理及李丹、林巧珍小姐幫忙打字，謹此致謝。

引用文獻

1. 王三太、曹幸之、蕭吉雄。1994。利用長日處理評估菠菜不同品種抽苔期與花性。中國園藝學會八十三年度年會論文宣讀。
2. 陸帼一。1987。菠菜。489—496頁。於：中國農科學院蔬菜研究所主編　中國蔬菜栽培學。
3. 黃韶顏。1994。臺灣地區主婦對農產品消費行爲之研究。臺灣農業30(5)：55—70。
4. 臺灣省農林廳編。1996。農產品批發市場年報八十五年版。
5. 平田儉二、山本健吾。1931。菠稜草及びとロハンマンテマにおける雌性中間性植物の存在について。遺雜7：106—107。
6. 須藤千春、杉山信太郎。1961。ホウレンンウの性の決定と發現Ⅲ間性の育種と遺傳。育雜11：29—36。
7. Bemis, W. P and G. B. Wilson. 1953. A new hypothesis explaining the genetics of sex determination. J. Hered. 44：90—95.
8. Goto, M. 1984. Spinach. p. 123—142. In: Shinohara, S. Vegetable Seed Production Technology of Japan. Vol. 1.
9. Janick, J and E. C. Stevenson. 1955. Environmental influence on sex expression in monoecious lines of spinach. Amer. Soc. Hort. 65：416—422.
10. Janick, J and E. C. Stevenson. 1955. Genetics of the monoecious character in spinach. Genetics 40：427—437.
11. Ryder, E. J. 1979. Leafy Salad Vegetable. p. 266. AVI Publishing Company, CT, USA.

Selection for Monoecious Lines of Spinaches (*Spinacia oleracea* L.)[1]

San-Tai Wang[2], Chi-Hsiung Hsiao[2], Shing-Jy Tsao[3] and Min-Mao Tseng[2]

Summary

Extreme male, vegetative male, female and monoecious plants are four types of flower sex of spinaches. In an open pollinated cultivar, the ratio of male and female plants is in general 1 : 1, with a few monoecious plants. The advantages of a monoecious line include later bolting and higher yield as compared to male plants. Also, single plant selection can be conducted easily and increased femaleness of a good cultivar cna be achieved quickly when crossed with a monoecious line. The experiment was conducted in TARI. After selecting for elite monoecious and female as well as roguing male and early bolting ones for two generations, the average ratios of 8 spinach cultivars (lines) of female, male and monoecious plants changed from 42.5% , 43.5% and 14.0% , respectively, in 1994 to 13.9% , 15.7% and 70.3 %, respectively, in 1996. Average bolting time and coefficient of variation of these cultivars (lines) were 10.6 wks aftw sowing and 6.8%, respectively, in 1994. After 2 generations of selections, the corresponding values changed to 11.8 wks after sowing and 5.5 % in 1996. It means that spinaches bolt later and in a more concentrated periods.

Key words : Spinaches, Bolting, Monoecious plants.

---

1. Contribution No. 1929 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant, Senior Plant Breeder and Head, Project Assistant of Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.